

ШУБИН Ф. М.

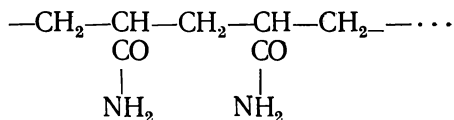
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ИХ НА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ЗОЛЕ В ВЕГЕТАЦИОННЫХ СОСУДАХ

Многолетние злаковые и бобовые травы отличаются большой продолжительностью жизни и обладают мощной, хорошо развитой корневой системой, способной образовывать сплошной дерновый покров. Эта важная особенность делает их весьма перспективными для выращивания на золоотвалах тепловых электростанций с целью прекращения их пыления.

Каменноугольная зола бедна основными элементами питания растений и не содержит азота, поэтому при выращивании на ней растений к золе нужно добавлять удобрения. Для выяснения особенностей роста и развития многолетних трав на каменноугольной золе при добавлении к ней различных субстратов, содержащих элементы зольного и азотного питания растений, в ботаническом саду Уральского университета в течение двух лет проведен вегетационный опыт. Растения выращивались в глиняных сосудах емкостью 9,6 л, с площадью поверхности сосуда 615 см². Сосуды набивались золой с золоотвала Красногорской ТЭЦ. Вес протарированных сосудов с золой 10,9 кг.

Опыт проводился по следующей схеме (растения выращивались: 1) на чистой золе; 2) на золе с полиакриламидом; 3) на золе с почвой; 4) на золе с минеральными удобрениями; 5) на золе с перегноем; 6) на почве (контроль).

Из элементов питания зола на 100 г содержит P₂O₅—20,0 мг, K₂O—28,5 мг. pH солевой вытяжки 6,95. Во втором варианте в каждый сосуд поверхностно вносился 1 кг 0,5%-ного раствора полиакриламида. Структурная формула его:



В третьем варианте в качестве двухсантиметрового покрытия поверхности золы использовалась старопашотная дерново-подзолистая

суглинистая почва, которая содержала гумуса 4,3%, общего азота 0,21%, гидролизуемого азота 0,015%, pH солевой вытяжки 5,5. В четвертом варианте давалось полное минеральное удобрение из расчета 1,25 г азота, 0,75 г фосфора и 0,6 г калия на сосуд. В пятом варианте применялся перегной после однолетнего использования навоза в парниках. Двухсантиметровый слой перегноя перемешивался с верхним слоем золы. В качестве контроля в шестом варианте использовалась так же почва, что и во втором варианте. Повторность трехкратная. В каждом сосуде выращивалось по 2 растения. Поливыв проводились по мере надобности до 70% влажности от полной влагоемкости.

Посев проведен 23 мая 1960 г. В процессе наблюдения учитывали: 1) рост в высоту; 2) побегообразование; 3) прохождение фаз развития; 4) динамику надземной массы и корневой системы по фазам вегетации; 5) семенную продуктивность.

Результаты наблюдений

1. Люцерна желтая (*Medicago falcata* L.).

а) Всходы и весеннее отрастание. Всходы люцерны желтой появились на 20—22-й день после посева, без существенных различий по вариантам и контролю. В обычных почвенных условиях всходы люцерны появляются на 6—8-й день (С. П. Смелов, 1951; Ф. И. Филатов, 1951). В нашем опыте запаздывание всходов люцерны можно объяснить исключительно неблагоприятными температурными условиями в год посева (табл. 1).

Таблица 1

Ход развития люцерны желтой в первый год жизни

Варианты опыта	Всходы (в днях от посева)	Дни от появления всходов		
		простой лист	сложный лист	кущение
Нормальные почвенные условия (Лебедев П. В., 1961)	6—8	4—5	10—11	35—40
Зола	18—20	5	10	36
Зола с полиакриламидом	18—20	5	10	30
Зола+2 см почвы	18—20	4	8	30
Зола+НРК	18—20	5	8	27
Зола с перегноем	20—22	4	8	28
Почва (контроль)	20—22	4	8	28

Через 4—5 дней после появления всходов раскрылся первый простой лист. Первый сложный и последующие 4—5 листьев формировались через 4—6 дней. По данным П. В. Лебедева (1961), формирование листьев в обычных условиях идет такими же темпами (табл. 2). В дальнейшем формировании листьев наблюдалось

Таблица 2

Динамика образования листьев люцерны желтой в первый год жизни

Варианты опыта	Дни от появления всходов														
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
Зола	4	5	6	8	12	16	23	28	35	40	42	49	44	44	
Зола с полиакриламидом	4	4	7	10	16	21	25	30	36	43	47	62	73	99	
Зола+2 см почвы	4	5	5	7	9	11	21	25	30	34	35	43	41	41	
Зола+НРК	5	5	9	15	27	30	52	60	65	78	82	98	103	105	
Зола с перегноем	3	3	5	5	6	7	16	20	29	40	59	81	100	102	
Почва (контроль)	4	5	6	13	22	33	64	78	110	Много					

временное замедление на чистой золе, золе с почвой и золе с перегноем. К концу вегетации люцерны на чистой золе и золе с почвой образовала в два раза меньше листьев, чем в других вариантах.

На втором году жизни весеннее отрастание начинается в конце апреля. На золе с перегноем отрастание началось на 4—5 дней раньше, чем в других вариантах, но одновременно с контролем.

Таблица 3

Динамика роста люцерны желтой по годам жизни

	Годы жизни \ Дата ^а	10/V		30/V	10		20	30/VI	10		20	30/VII	10	20/VIII
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Зола	1				3,5	7,1	9,3	10,0	11,8	12,5	13,1	14,5		
	2	2,8	6,7	13,9	19,9	25,2	32,6	42,0	43,0	—	—	—		
Зола с поли-акриламидом	1				3,0	4,4	5,3	8,0	8,0	8,1	8,5	10,9		
	2	2,8	9,8	17,5	25,2	33,0	48,0	54,0	54,5	54,5	—	—		
Зола +2 см почвы	1				3,5	6,0	9,0	9,6	10,9	11,0	11,0	11,0		
	2	2,8	5,8	11,5	17,0	20,8	34,5	38,1	43,9	46,7	46,8	—		
Зола с НРК	1				4,9	8,4	10,1	11,0	13,0	13,5	14,0	15,0		
	2	2,8	7,9	15,4	23,5	36,9	52,4	56,2	56,2	—	—	—		
Зола с перегноем	1				5,0	8,5	10,7	12,0	14,0	14,6	15,0	16,0		
	2	10,0	16,8	24,5	30,5	37,5	44,2	48,8	50,9	51,0	53,0	—		
Почва (контроль)	1				5,5	12,0	15,5	19,6	21,0	22,0	23,0	—		
	2	7,0	13,9	20,0	26,1	39,9	54,5	57,1	59,0	61,0	61,0	—		

б) Рост в высоту. В первый год жизни рост люцерны идет медленно, 1—3 мм в сутки, и в контроле достигает 23 см, а в варианте с золой — 11—16 см за период вегетации. По данным Ф. И. Филатова (1951) и Л. А. Чугунова (1951), люцерна в природных условиях к концу вегетации достигает 40—80 см в высоту (табл. 3).

Во второй год жизни наиболее интенсивный рост люцерны желтой происходит в фазу бутонизации и цветения, достигая 7—9 мм прироста в сутки. После цветения рост замедляется. К концу вегетации высота люцерны на чистой золе была на 20 см меньше, по сравнению с контролем. Наибольшего роста достигли растения в варианте с применением полиакриламида и минеральных удобрений.

в) Побегообразование. Побегообразование люцерны началось через 28—36 дней после появления всходов с разворачиванием пятого-шестого сложного листа и наиболее интенсивно проходило в вариантах с применением полиакриламида и минеральных удобрений. В этих вариантах люцерна образовала 6—8 побегов, такое же количество, как и в контроле. Наименьшее количество побегов (3—4) было в вариантах по чистой золе и золе с перегноем. Побегообразование проходило, главным образом, во второй половине лета. На втором году жизни люцерны отмечены два периода кущения: весенний — начало мая и летний — августовский. К концу вегетации второго года люцерна в разных вариантах образовала от 4 до 16 побегов. Наименьшее количество побегов было в варианте зола с почвой, наибольшее — в варианте зола с полиакриламидом. Нанесение просеянной запыляющей почвы ухудшило физические свойства и это отрицательно сказалось на росте растений. Применение полиакриламида как структурообразователя и вещества, содержащего азот, значительно повысило рост и энергию кущения люцерны. Генеративные побеги к общему количеству в контроле составляли 100%, на чистой золе 62,5%, в остальных вариантах — 75—88% (табл. 4).

г) Фазы развития и семенная продуктивность. В первый год жизни весь период вегетации люцерны находилась в фазе кущения и только на отдельных побегах во всех вариантах наблюдалась затянувшаяся фаза* бутонизации. На второй год жизни бутонизация началась на 47—55-й день, почти в такие же сроки, как в обычных полевых условиях, лишь с некоторым запозданием на золе с почвой. Фаза цветения, по сравнению с контролем, началась позднее на 10—15 дней. Наибольшее запаздывание цветения было на золе с почвой и на золе с полиакриламидом. Наступление полного созревания семян было почти одновременным во всех вариантах, с опозданием против контроля на 9—12 дней.

Как отмечает П. А. Захребетнов (1947) и И. М. Карашук (1955), люцерна желтая за вегетационный период в обычных условиях накапливает значительную надземную массу.

В условиях роста на золе люцерна образует надземную массу

Таблица 4

Биологические особенности люцерны желтой по годам жизни

Варианты опыта	Годы жизни	Начало фаз (в днях от весеннего отрастания)			Число побегов на 1 растение		Высота растения, см	Отношен. корней к надземн. массе в возд. - сухом состоянии	Вес 1000 семян	Всхожесть, %
		бутонизация	цветение	созревание	общее	в т. ч. генерат.				
Зола	1				4		14,0			
	2	47	55	115	8	5	41,0	0,70	1,30	50,5
Зола с полиакриламидом	1				6		10,0			
	2	47	60	115	16	14	50,0	0,71	1,21	51,0
Зола + 2 см почвы	1				3		11,0			
	2	55	68	118	4	3	42,0	1,23	1,22	53,0
Зола с NPK	1				8		12,0			
	2	47	55	115	8	7	55,0	0,84	1,23	53,0
Зола с перегноем	1				3		12,7			
	2	47	55	115	6	5	54,0	0,67	1,42	53,0
Почва (контроль)	1				7		23,9			
	2	44	50	106	13	13	60		1,53	53,0

в 1,5—2 раза меньшую, чем на почве. В три раза меньше против контроля была надземная масса люцерны на чистой золе. Наибольшая масса корней достигается в варианте с применением перегноя (10,8 г), а также на золе с применением почвы (4,7 г) и минеральных удобрений (4,8 г).

По данным Ф. И. Филатова (1951), люцерна желтая образует мощную, глубоко проникающую корневую систему. В нашем опыте проникновение корней на глубину ограничено сосудом, поэтому люцерна образует большое количество тонких, разветвленных корней в придонной части сосуда. Отношение корней к надземной массе в варианте с золой составляет 67,0—84%, незначительно отличаясь по вариантам, только на золе с применением почвы вес корневой системы превышает надземную массу.

Во всех вариантах на корнях люцерны встречаются клубеньки. Скопления клубеньков располагаются крупными гроздьями на верхней части корневой системы ближе к поверхности сосуда.

Наименьшую семенную продуктивность проявила люцерна на чистой золе и на золе с почвой, наибольшую продуктивность — в варианте с применением минеральных удобрений. Количество соцветий на побеге по вариантам сильно различалось и составляло от 7 до 52. Наибольшее количество соцветий было в вариантах с применением перегноя, полиакриламида и минеральных удобрений. Количество цветов в соцветии колеблется от 12 до 16. Абсолютный вес семян люцерны, полученных в вариантах с золой, значительно ниже, чем семян, выращенных в обычных полевых условиях, и составляет 1,22—1,30 г.

Таким образом можно сделать заключение, что люцерна желтая во всех вариантах прошла все фазы развития и дала всхожие семена. Лучшие результаты по росту и развитию выявила люцерна в вариантах с применением полиакриламида, минеральных удобрений и перегноя.

2. Овсяница красная (*Festuca rubra* L.)

а) Всходы и весеннее отрастание. Всходы овсяницы красной появились на 18—19-й день, а в вариантах на чистой золе и золе с полиакриламидом на 22—25-й день, с опозданием против обычных почвенных условий из-за холодной весны на 10—12 дней. На 5—6-й день после появления шилец во всех вариантах, кроме варианта с чистой золой и золы с перегноем, развернулся первый лист. На чистой золе первый лист развернулся на 12-й день. Второй и третий лист осевого побега во всех вариантах появляется через 5—6 дней, за исключением варианта с минеральными удобрениями, где они появились через 10—11 дней.

Весеннее отрастание на втором году жизни началось почти одновременно во всех вариантах с 21—22 апреля.

б) Рост в высоту. В первый год жизни овсяница красная генеративных побегов не образует и рост в высоту идет за счет увеличения длины листовых пластинок. К концу вегетации наибольшая высота растений наблюдается в вариантах с полиакриламидом (11,5 см) и на золе с почвой (13,2 см).

По данным П. В. Лебедева (1957), на второй год жизни в начале вегетации рост овсяницы идет медленно, затем ускоряется и в фазах колошения и цветения достигает максимума. От весеннего отрастания до массового цветения он составляет в обычных условиях за пятидневку от 2,7 см до 14,1 см. Мы также отмечаем медленный рост в начале вегетации второго года. Постепенно рост усиливается и наибольшего темпа достигает в период колошения. Наибольшей высоты достигли растения в фазу цветения в вариантах зола с почвой и зола с минеральными удобрениями (61 см). В этих вариантах растения по высоте превышают контроль. На чистой золе овсяница на втором году жизни имеет рост в пять раз меньший, чем в контроле (табл. 5).

в) Побегообразование. В первый год жизни побегообразование овсяницы в начале вегетации идет медленно, в середине лета затухает и к осени усиливается. Раньше оно начинается

Таблица 5

Динамика роста овсяницы красной по годам жизни, см

Варианты опыта	Первый год жизни							
	26/VI	5/VII	15/VII	25/VII	30/VII	10/VIII	20/VIII	30/VIII
Зола	2,0	3,8	3,8	3,8	3,8	4,1	4,6	6,0
Зола с поли- акриламидом .	3,5	5,0	5,5	7,5	8,2	9,7	11,0	11,5
Зола с почвой .	7,0	9,0	9,5	10,1	10,1	13,0	13,2	13,2
Зола с удобре- ниями	4,6	4,5	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	7,0
Зола с пере- гноем	6,0	6,5	8,0	8,1	8,1	9,9	9,9	10,0
Почва (кон- троль)	6,0	7,0	7,0	7,3	9,3	9,3	9,5	9,5

Таблица 5 (продолжение)

Варианты опыта	Второй год жизни													
	20/ IV	30/ IV	10/ V	20/ V	30/ V	10/ VI	20/ VI	30/ VI	10/ VII	20/ VII	30/ VII	10/ VIII	20/ VIII	30/ VIII
Зола	7,0	7,0	7,1	7,2	9,1	9,1	9,5	10,0	10,0	11,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Зола с поли- акрилами- дом	6,0	6,5	9,0	14,5	18,0	18,0	20,0	35,0	44,0	44,5	45,0	45,0	45,0	45,0
Зола с поч- вой	5,0	6,0	6,0	9,0	12,0	12,0	22,0	31,0	48,0	60,0	61,0	61,0	61,0	61,0
Зола с удоб- рениями . .	7,0	7,5	7,5	18,0	25,0	25,0	27,0	47,0	59,0	61,0	61,0	61,0	61,0	61,0
Зола с пере- гноем . . .	5,0	6,0	8,0	11,0	18,0	13,0	14,0	21,0	30,0	32,0	33,0	33,0	33,0	33,0
Почва (кон- троль) . . .	6,0	7,0	7,0	11,0	15,0	15,0	17,0	36,0	48,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0

в варианте с минеральными удобрениями, затем в варианте с почвой и перегноем. На чистой золе побегообразования летом не было, оно началось только в начале осени и было в 6 раз меньше, чем в контроле. Наибольшая интенсивность кущения была у растений на золе с минеральными удобрениями. Интенсивность побегообразования в этом варианте значительно превышает контроль, а по сравнению с чистой золой побегообразовательная способность возрастает в 9 раз (табл. 6).

На усиление кущения у луговых злаков при внесении минеральных удобрений указывает В. Р. Вильямс (1949) и ряд других авторов.

Во второй год жизни овсяница красная во всех вариантах образовала значительно больше побегов, чем в первый. В основном побегообразование проходило ранней весной и в летне-осенний период. На золе с минеральными удобрениями побегообразование

Таблица 6

Побегообразование овсяницы красной в первый год жизни

Варианты опыта	Дни от посева														
	29	30	33	39	44	48	53	60	62	67	77	87	99	111	132
Зола	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	4
Зола с полиакри- ламидами	—	—	—	—	1	1	1	1	2	3	3	3	12	13	27
Зола с почвой	—	—	1	1	2	2	3	5	6	7	8	10	11	22	29
Зола с удобрением	—	3	4	4	5	5,5	5,5	6	7	10	10	10	10	20	35
Зола с перегноем	—	1	1	1	1	1	2	3	6	6	6	6	7	12	19
Почва (контроль)	1	1	1	1	2	2	3	4	5	5	10	15	20	23	25

шло высокими темпами и непрерывно в течение всего периода вегетации. Внесение в золу полиакриламида вдвое усиливает побегообразование и сравнивает его с контролем. Добавление к золе почвы или перегноя значительно увеличивает побегообразование и приближает его к контролю (табл. 7).

Таблица 7

Побегообразование овсяницы красной во второй год жизни

Варианты опыта	Дни от весеннего отрастания										
	11	21	31	41	47	52	57	62	67	72	77
I	7	8	10	10	11	11	11	12	14	15	15
II	25	26	26	27	27	27	27	27	27	27	28
III	23	26	28	33	35	35	35	35	35	36	36
IV	58	90	120	138	138	143	143	143	143	160	160
V	15	17	19	20	20	20	24	24	24	24	25
VI	19	21	21	23	26	26	26	26	28	28	28

Таблица 7 (продолжение)

Варианты опыта	Дни от весеннего отрастания										
	82	87	92	97	102	106	113	118	123	128	133
I	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	32
II	28	37	37	37	43	43	43	43	43	53	55
III	36	36	40	40	40	40	40	40	40	42	42
IV	160	190	190	190	192	215	218	283	310	320	332
V	25	27	28	28	33	33	33	33	33	36	39
VI	28	28	28	28	28	28	28	28	28	31	52

На втором году жизни во всех вариантах, за исключением варианта с чистой золой, овсяница образовала генеративные побеги. Наибольшее количество генеративных побегов было на золе с полиакриламидом (27,3%). На одну треть меньше, чем в контроле,

было генеративных побегов у растений, выращенных на золе с удобрениями и золе с почвой.

г) **Ф а з ы р а з в и т и я .** И. В. Ларин (1950), П. В. Лебедев (1959) и другие авторы отмечают, что в первый год жизни овсяница красная только кустится. На второй год жизни цветет в начале июня, плодоносит в начале августа. Период вегетации от весеннего отрастания до начала цветения 65 дней, до созревания семян — 95 дней.

По нашим наблюдениям, овсяница красная в первый год жизни остановила свое развитие на фазе кущения. Во всех вариантах, за исключением варианта с чистой золой, кущение началось на 8—15 дней позднее, чем в контроле. На чистой золе кущение началось с запаздыванием на 72 дня и проходило в конце лета (табл. 8).

Таблица 8

Фазы развития овсяницы красной по годам жизни

Варианты опыта	Дни от посева			Дни от весеннего отрастания											
	1-й год жизни			2-й год жизни											
	кущение			кущение			колоше- ние			цветение			плодоно- шение		
	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец
Зола	104	113	132	13	20	133	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Зола с полиакриламида- ми	47	52	132	11	25	133	41	47	69	62	68	78	73	76	98
Зола с почвой	37	42	132	10	16	133	43	46	70	64	68	75	74	76	99
Зола с удобрениями	40	47	132	1	17	133	40	45	68	62	66	77	72	75	96
Зола с перегноем	44	54	132	15	18	133	43	48	67	66	68	78	73	77	98
Почва (контроль)	32	38	132	10	15	133	44	46	71	65	67	79	75	76	96

На втором году жизни во всех вариантах, за исключением варианта с чистой золой (где развитие остановилось на фазе кущения), прохождение фаз во времени мало отличалось от контроля.

д) **П р о д у к т и в н о с т ь .** В таблице 15 представлена динамика надземной массы и корней овсяницы во второй год жизни. В фазу плодоношения корневая система во всех вариантах значительно превышает вес надземной массы. Только в варианте с применением минеральных удобрений, где отмечен усиленный процесс побегообразования, вес корней меньше веса надземной массы. Наибольшее нарастание надземной массы проходило в фазу кущения и колошения, а корней в летне-осенний период (табл. 9).

Наибольшую общую массу имели растения на золе с применением минеральных удобрений (84,1 г), где превышение против контроля было больше, чем в 5 раз. На золе с полиакриламидом

Таблица 9

Динамика надземной массы и корневой системы овсяницы красной в воздушно-сухом состоянии по фазам вегетации, г

Варианты опыта	Фазы								
	кущения			колошения			плодоношения		
	Вес, г								
	надзем- ная мас- са	корни	общий вес	надзем- ная мас- са	корни	общий вес	надзем- ная мас- са	корни	общий вес
Зола	—	—	—	—	—	—	1,5	2,0	3,5
Зола с полиакр.	0,9	0,65	1,55	—	—	—	7,3	7,7	15,0
Зола с почвой .	1,3	1,2	2,5	2,0	2,1	4,1	3,2	4,5	7,7
Зола с удобрен.	—	—	—	8,0	5,8	13,8	46,5	37,6	84,1
Зола с пере- гнем	2,2	1,4	3,6	6,0	4,1	10,1	7,9	8,1	16,0
Почва (конт- роль)	6,2	2,2	8,4	6,8	4,8	11,0	8,5	9,3	17,8

и золе с перегноем общая масса растений была близкой к контролю. В два раза меньшей была общая масса растений на золе с почвой.

По семенной продуктивности можно отметить, что во всех вариантах овсяница красная дает всхожие семена. Наименьший абсолютный вес семян на золе с перегноем и золе с почвой, наибольший — на золе с минеральными удобрениями (табл. 10).

Таблица 10

Некоторые данные о семенах овсяницы красной

Варианты опыта	Количество семян на 1 растение	Вес 1000 семян	Всхожесть, %	Вес соцветий на 1 ра- стение (в возд.-сухом состоянии), г
Зола	—	—	—	—
Зола с полиакриламидом	70	1,25	84	0,6
Зола с почвой	80	1,2	91	0,4
Зола с удобрением	586	1,5	90	3,1
Зола с перегноем	43	0,94	60	0,54
Почва (контроль)	426	1,33	97	0,5

В заключение можно отметить, что применение минеральных удобрений, почвы, перегноя и полиакриламида способствует почти нормальному росту и развитию растений на каменноугольной золе. Овсяница красная может быть использована как наиболее перспективное растение для выращивания на золе.

Таблица 11

Динамика роста пырея ползучего по годам жизни, см

Варианты опыта	Первый год жизни								
	дни от посева								
	34	43	53	63	68	77	87	99	111
Зола	4,0	4,0	4,8	5,2	5,2	5,2	5,5	5,5	7,1
Зола с полиакриламидом	4,5	5,7	9,6	10,2	11,0	13,0	14,2	14,2	14,5
Зола с почвой	6,0	8,0	14,0	17,5	18,0	21,0	23,3	27,0	35,3
Зола с удобрениями	3,5	4,2	9,4	10,8	12,2	15,0	15,5	17,2	25,0
Зола с перегноем	8,7	10,0	15,0	18,5	20,2	24,3	29,0	32,0	38,3
Почва (контроль)	7,8	8,7	13,0	22,5	25,0	32,3	33,0	40,0	45,7

Таблица 11 (продолжение)

Варианты опыта	Второй год жизни										
	дни от весеннего отрастания										
	1	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
Зола	5,0	6	6	6	7	8	12	15	18	19	23
Зола с полиакриламидом	3,0	5	12	15	18	22	29	48	60	61	61
Зола с почвой	5,0	7	8,5	15	19	30	39	58	69	71	71
Зола с удобрениями	6,0	6,5	8	14	17	19	55	74	74	74	74
Зола с перегноем	7,0	7,5	14	25	28	33	40	59	72	72	72
Почва (контроль)	9,0	11	13	21	26	30	51	78	85	87	87

3. Пырей ползучий (*Agropyrum repens* L.).

а) Всходы и весеннее отрастание. Всходы пырея во всех вариантах появились на 18—19-й день, с запаздыванием против обычных полевых условий на 10—11 дней. Так, П. В. Ларин (1950) отмечает, что всходы пырея появляются обычно на 6—8-й день.

На второй год жизни весеннее отрастание пырея началось 19—20 апреля одновременно во всех вариантах, за исключением варианта с чистой золой, где отрастание началось с 30 апреля, то есть с запаздыванием на 10 дней.

б) Рост в высоту. Как в первый, так и во второй год жизни очень медленно растет пырей на чистой золе. Так, в первый год жизни он в 6 раз, а во второй год в 4 раза меньше, чем в контроле. Ежесуточный прирост на чистой золе составляет около 1 мм. Из вариантов с применением питательных веществ лучше растет пырей на золе с перегноем (38,3 см) и золе с почвой (35,3 см). Во второй год жизни рост пырея во всех вариантах, за

исключением варианта с чистой золой, от контроля отстает незначительно. Наибольшей высоты достигли растения на золе с минеральными удобрениями (74 см), золе с перегноем (72 см) и золе с почвой (71 см). В первый год наиболее интенсивный рост пырея отмечен во второй половине лета с начала кущения, на втором году жизни наибольший прирост наблюдается в фазы колошения и цветения (табл. 11).

в) Побегообразование. Побегообразование у пырея в первый год началось в одни сроки на золе с почвой, золе с удобрениями и золе с перегноем, с отставанием от контроля на 18 дней. На золе с полиакриламидом отставание в побегообразовании было на 9 дней. На чистой золе побегов не было. Темп побегообразования в первый год был постепенным, с некоторым усилением к осени. Наибольшее количество побегов образовали растения пырея на золе с применением минеральных удобрений (32) и золе с перегноем (20) (табл. 12).

Таблица 12

Побегообразование пырея ползучего в первый год жизни

Варианты опыта	Дни от посева														
	30	33	39	44	48	53	60	62	66	77	87	99	111	13	
Зола	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Зола с полиакриламидом	—	—	1	1	1	2	5	5	5	5	7	9	17	20	
Зола с почвой	—	—	—	—	2	3	3	4	5	9	10	10	10	14	
Зола с удобрением	—	—	—	—	1	1	1	2	2	4	6	9	18	32	
Зола с перегноем	—	—	—	—	1	1	2	3	5	8	8	8	9	11	
Почва (контроль)	1	2	2	2	2	3	5	6	8	10	10	11	19	25	

На втором году жизни пырей образовал, примерно, такое же количество побегов, как и в первый год. Образовались побеги и на чистой золе, хотя их и было в 4 раза меньше, чем в контроле. Наибольшее количество побегов было у пырея на золе с применением минеральных удобрений (30) и перегноя (26). На второй год наблюдалось две вспышки в побегообразовании, ранне-весенняя и летне-осенняя, с паузой между ними в летний период (табл. 13).

Таблица 13

Побегообразование пырея ползучего во второй год жизни

Варианты	Дни от весеннего отрастания																			
	11	21	31	41	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	108	113	118	123
I	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6
II	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	12
III	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13
IV	13	15	19	21	22	22	23	24	25	26	21	26	26	27	30	30	30	30	30	30
V	10	12	12	12	13	13	13	13	14	14	14	14	14	17	17	17	17	17	24	25
VI	10	13	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	18	30	30	31

Таблица 14

Фазы развития пырея ползучего по годам жизни

Варианты опыта	Дни от посева											
	Первый год жизни											
	кущение			колошение			цветение			плодоношение		
	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец
Зола	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Зола с полиакриламидом	39	56	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Зола с почвой	39	44	132	90	96	109	104	109	121	120	127	—
Зола с удобрениями	40	82	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Зола с перегноем	49	54	132	97	102	118	110	117	124	121	125	—
Почва (контроль)	45	65	132	82	86	96	100	106	116	110	120	—
Литературные данные	—	—	—	45	—	—	—	60	—	—	80	—

Таблица 14 (продолжение)

Варианты опыта	Дни от весеннего отрастания											
	второй год жизни											
	кущение			колошение			цветение			плодоношение		
	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец	начало	массовое	конец
Зола	30	40	133	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Зола с полиакриламидом	9	20	133	60	65	76	73	78	82	79	84	98
Зола с почвой	10	17	133	50	60	68	65	70	78	75	80	98
Зола с удобрением	8	19	133	60	65	78	73	77	88	82	86	99
Зола с перегноем	10	20	133	60	65	78	73	75	89	82	87	93
Почва (контроль)	17	24	133	45	50	69	70	72	78	75	80	98
Литературные данные	—	—	—	45	—	—	—	60	—	—	80	—

По наблюдениям И. В. Ларина (1956), в первые 2—3 года у растений пырея ползучего преобладают вегетативные побеги. В нашем опыте у растений всех вариантов (за исключением варианта с чистой золой, где генеративных побегов не образовалось) от общего количества генеративных побегов составляли меньшую часть. Наибольшее количество генеративных побегов было у растений на золе с перегноем (46,3%), золе с полиакриламидом (46,1%) и золе с почвой (46,1%).

г) Фазы развития. Кущение пырея началось с момента образования 4—5-го листа на 24—30-й день после появления всходов. На чистой золе растения не кустились весь период веге-

тации. На фазе кушения остановили свое развитие растения на золе с полиакриламидом и золе с минеральными удобрениями. В первый год жизни на 10—15 дней отстают в своем развитии растения на золе с почвой и золе с перегноем. В этих вариантах фаза плодоношения в первый год не была закончена и семена полностью не созрели.

На второй год жизни растения пырея на чистой золе остановили свое развитие на фазе кушения. В остальных вариантах растения прошли все фазы развития с некоторым опозданием (5—10 дней) в фазы колошения и цветения и без существенной разницы в фазу плодоношения (табл. 14).

д) **П р о д у к т и в н о с т ь**. Надземная масса по годам жизни и в течение вегетационного периода нарастает неравномерно. В начале вегетации нарастание идет медленно; максимальный прирост надземной массы наблюдается в конце колошения — начале цветения (П. В. Лебедев, 1957).

В нашем опыте наиболее интенсивно нарастание надземной массы проходило в период с начала массового кушения до фазы плодоношения. В фазу кушения наибольшую надземную массу образовал пырей на золе с перегноем (4,8 г) и золе с удобрениями (3,7 г), наименьшую — на чистой золе (0,1 г) и золе с полиакриламидом (0,1 г). Надземную массу, близкую к контролю, образовал пырей в фазе плодоношения на золе с минеральными удобрениями (9,6 г) и золе с перегноем (6,37 г).

Таблица 15

Вес надземной и подземной массы пырея ползучего в воздушно-сухом состоянии, г

Варианты опыта	Фаза кушения			Фаза плодоношения				
	надземн. масса	подземн. масса	общий вес	надземн. масса	подземн. масса	общий вес	% надземной массы	% подземной массы
Зола	0,1	0,2	0,3	0,36	2,7	3,06	11,7	82,3
Зола с полиакриламидом	0,1	0,3	0,4	3,2	4,8	8,0	40,0	60,0
Зола с почвой	1,6	0,8	2,4	2,4	3,5	5,9	40,7	59,3
Зола с удобрением	3,7	1,9	5,6	9,6	22,0	31,6	30,4	69,6
Зола с перегноем	4,8	2,9	7,6	6,37	5,0	11,37	56,0	44,0
Почва (контроль)	2,6	2,5	5,1	8,4	6,9	15,3	55,0	45,0

К концу вегетации второго года надземная масса пырея на чистой золе стала в 23 раза меньше, чем в контроле, в 3,5 раза меньше контроля на золе с почвой и в 2,5 раза меньше на золе с полиакриламидом.

С. П. Смелов (1947) отмечает, что у злаков наблюдается нарастание корневой системы в начальный период до конца фазы кушения. В период стеблевания до наступления полного колошения наблюдается малое нарастание массы корней, так как в этот период идет наибольшее нарастание надземных органов.

Корни и корневища пырея имели наибольшую и наименьшую массу в тех же вариантах, что и с надземной массой. Во всех вариантах, за исключением контроля и золы с перегноем, было превышение веса корней и корневищ над надземной массой от 10 до 70%. Наибольшее превышение корней и корневищ над надземной массой было в варианте с чистой золой (70,6%) и на золе с удобрениями (39,2%), очевидно, отсутствие органического вещества в золе способствует большему нарастанию корневой системы.

В фазу массового цветения на втором году жизни определялась площадь листовой поверхности растений. Наибольшая площадь листьев была у пырея в варианте с применением минеральных удобрений (4632 см²), против 4334 см² в контроле. В три раза меньше площадь листьев в варианте с перегноем и в 7 раз меньше в варианте с полиакриламидом и почвой.

Важным показателем развития является семенная продуктивность. Ряд авторов указывает, что многолетние злаки имеют высокую биологическую возможность образования семян. Наилучшие показатели по количеству семян и по весу соцветий на одно растение нами получены в вариантах с применением минеральных удобрений и перегноя. По абсолютному весу существенных различий по вариантам не наблюдается. Наилучшая всхожесть семян получена на золе с полиакриламидом (68%) и золе с минеральными удобрениями (57%) (табл. 16).

Таблица 16

Некоторые данные о семенах пырея ползучего

Варианты опыта	Вес соцветий на 1 растение (в возд.- сух. состоя- нии)	Количество семян на одно ра- стение	Вес 1000 семян	Всхожесть, в %
Зола	—	—	—	—
Зола с полиакриламидом	0,72	282	2,04	68
Зола с почвой	1,1	354	2,08	22
Зола с удобрением	1,4	672	2,85	57
Зола с перегноем	2,0	355	2,48	12
Почва (контроль)	3,24	272	2,81	—

Таким образом пырей ползучий во всех вариантах, за исключением варианта с чистой золой, проходит все фазы развития и дает семена. Небольшое добавление к золе питательных веществ с разными субстратами значительно улучшает процессы роста и развития пырея и позволяет успешно выращивать его на золе.

ВЫВОДЫ

1. На чистой золе как злаки, так и бобовые значительно задерживают рост и развитие. Злаки не переходят к плодоношению и на второй год.

2. На втором году жизни бобовые лучше противостоят неблагоприятным условиям, и на чистой золе их рост и развитие значительно меньше, чем в первый год, отличается от растений, выращенных на почве.

3. На корнях бобовых во всех вариантах как при применении нитрагина, так и без инокуляции образуются клубеньки. Наибольшее количество клубеньков располагается на корнях в верхней части сосуда.

4. На увеличение семенной продуктивности наибольшее влияние оказывает применение полного минерального удобрения.

5. При выращивании на золе с применением питательных субстратов все испытываемые растения, хотя и с запозданием, проходят все фазы развития и образуют всхожие семена.

6. В качестве агротехнического приема улучшения роста и развития растений на золе можно рекомендовать применение минеральных удобрений, перегноя и почвы. Применение полиакриламида не дает хороших результатов, а требует больших затрат при внесении, поэтому его применение нецелесообразно.

7. Наиболее перспективным и дешевым приемом выращивания растений на золе нужно считать применение полного минерального удобрения. В этом варианте растения в росте и развитии не отличаются от выращенных на почве, а по некоторым показателям даже превосходят их.

8. Люцерну синегибридную, овсяницу красную и пырей ползучий можно рекомендовать для посевов при закрытии золотвалов.

ЛИТЕРАТУРА

- Вильямс В. Р. (1949). Сочинения, т. 4, Сельхозгиз.
Захребетнов П. А. (1947). Возделывание люцерны на семена. Ульяновск.
Карашук И. М. (1955). Опыт селекции люцерны. Сельхозгиз.
Ларин И. В. (1950). Кормовые растения сенокосов и пастбищ. Сельхозгиз.
Ларин И. В. (1956). Луговое хозяйство и пастбищное хозяйство. Сельхозгиз.
Лебедев П. В. (1957). Биология дикорастущих кормовых растений перспективных для введения в культуру. «Ученые записки Уральского государственного университета».
Лебедев П. В. и Попова В. И. (1959). Биология и продуктивность дикорастущей овсяницы луговой при испытании в культуре. «Ученые записки Уральского государственного университета», в. 32, биол.
Лебедев П. В. и Углов Н. П. (1961). Биология и агротехника лугопастбищных трав. Свердловское книжное изд-во.
Смелов С. П. (1947). Биологические основы лугового хозяйства. Сельхозгиз.
Смелов С. П. (1951). Сведения о биологии луговых трав. Многолетние травы в лугопастбищных севооборотах.
Чугунов Л. А. (1951). Луговое хозяйство. Сельхозгиз.
Филатов Ф. И. (1951). Агробиологические основы возделывания многолетних трав. Саратовское обл. гос. изд.